

КИНЕТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ИОННО-МОЛЕКУЛЯРНЫХ ПРОЦЕССОВ ВО ВЛАЖНОМ ВОЗДУХЕ

A KINETIC MODEL OF ION-MOLECULAR PROCESSES IN HUMID AIR

Куркин С.А., Дербенев И.Н., Дятко Н.А., Филиппов А.В.

*Акционерное общество «Государственный научный центр Российской
федерации Троицкий институт инновационных и термоядерных
исследований», Россия, 108840, г. Москва, г. Троицк, ул. Пушкиных, вл. 12,
fav@triniti.ru*

Создана кинетическая модель ионно-молекулярных процессов во влажном воздухе, ионизируемом внешним источником ионизации. Модель включает более 600 ионно-молекулярных процессов с участием электронов, 14 отрицательных и 39 положительных ионов. Тестирование модели проведено путем сравнения решения 54 нестационарных уравнений баланса заряженных частиц плазмы, возбуждаемой пучком быстрых электронов, и имеющихся в литературе экспериментальных данных.

A kinetic model of ion-molecular processes has been developed for a humid air plasma produced by *e*-beam. The model includes over 600 reactions with electrons, 39 positive and 14 negative ion species. The model has been tested by comparing the solution of 54 non-steady state equations for number densities of charged particles in the humid air *e*-beam plasma with the available experimental data.

В настоящее время активный интерес к исследованиям ионно-молекулярных процессов во влажном воздухе связан их важной ролью в физике атмосферы, особенно, для явлений в верхних слоях атмосферы, в системах очистки и кондиционирования воздуха, в медицинских приложениях плазмы, их влиянием на климат, на нуклеацию и рост аэрозольных частиц и т.д. Плазма, создаваемая пучком быстрых электронов, широко используется для удаления вредных соединений из воздуха. Несмотря на многочисленность работ по плазмохимии влажного воздуха, большинство из которых посвящены изучению процессов в верхних слоях атмосферы и в разрядах при достаточно низких давлениях, сегодня наблюдается недостаток данных по ионно-молекулярным процессам во влажном воздухе при атмосферном давлении. Настоящая работа посвящена созданию кинетической модели ионно-молекулярных процессов с участием заряженных частиц плазмы во влажном воздухе при его ионизации пучком быстрых электронов.

В кинетическую модель включено более 600 процессов ионизации молекул азота, кислорода и воды пучком быстрых электронов, прилипания и рекомбинации ионов, двух и трехтельных ион-ионной рекомбинации и конверсии ионов для 54 заряженных компонент плазмы. Модель учитывает ионы $\text{H}_3\text{O}^+(\text{H}_2\text{O})_n$ и $\text{O}_2^-(\text{H}_2\text{O})_n$ с n от 1 до 12. Система нестационарных уравнений баланса для концентраций заряженных частиц плазмы решалась численно методом Рунге-Кутты 4-го порядка точности, а система стационарных уравнений баланса – методом итераций с целью определения состава плазмы во влажном воздухе. Исследования проведены для скоростей ионизации газа от 10 до $10^{18} \text{ см}^{-3} \text{ с}^{-1}$ и доле молекул воды в воздухе от 0 до 2%.

Настоящая работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда, проект № 16-12-10424.